

**HONORIS UNITED UNIVERSITIES**

**Cahier des Charges :**

**SPÉCIALITÉ : INFORMATIQUE**

**Système de Surveillance de la Santé Connecté avec  
Capteurs Biométriques**

**Auteurs :**

- Sirine chaabi
- Adem somai
- Imed hamdane
- Slim messai
- Firas ghrairi
- Mohamed Safwen warghi
- Bader zitouni

**Encadrée par :** Mme Wiem Smida & Mme Ghofran Souaki

**Date de Réalisation :** 09/01/2025

## - S O M M A I R E -

### Chapitre 1 : **Introduction**

- Contexte ..... 1
- Importance du projet.....2
- Objectifs du projet.....3
- Contraintes.....4

### Chapitre 2 : **Analyse des besoins**

- Besoins fonctionnels.....5
- Besoins non fonctionnels..... 6

### Chapitre 3 : **Spécifications techniques**

- Architecture du système.....7
- Composants matériels et logiciels.....7

### Chapitre 4 : **Conception du système**

- Modèle de données.....8
- Algorithmes principaux.....8
- Protocole de communication..... 9

### Chapitre 5 : **Implémentation**

- Plan de développement.....10
- Choix technologiques.....10
- Environnement de développement.....11

### Chapitre - : **Tests et validation**

- Stratégie de test.....12
- Résultats attendus.....12
- Plan de correction.....12

### Chapitre 7 : **Conclusion et perspectives**

- Bilan du projet.....13
- Éventuelles améliorations.....13

## - R E M E R C I M E N T -

Je tiens à adresser mes remerciements les plus sincères à **Mme Wiem Smida** et **Mme Ghofran Souaki** pour leur accompagnement précieux tout au long de ce projet. Leur expertise approfondie, leur professionnalisme, et leur dévouement ont constitué une véritable source d'inspiration et d'apprentissage pour moi. À chaque étape de ce travail, elles ont su m'orienter avec des conseils avisés et des recommandations pertinentes, permettant de surmonter les obstacles rencontrés et d'enrichir considérablement la qualité de ce projet.

Leur disponibilité constante, malgré leurs engagements professionnels, a été pour moi d'un grand réconfort. Elles ont toujours pris le temps de répondre à mes interrogations, de clarifier mes doutes et de m'apporter des solutions concrètes face aux défis rencontrés. Leur patience et leur capacité à motiver m'ont permis de progresser avec confiance et persévérance.

Au-delà de l'aspect académique, leur implication humaine a marqué ce parcours. Elles ont su m'encourager dans les moments de doute et m'inciter à donner le meilleur de moi-même. Je mesure pleinement la chance d'avoir bénéficié de leur encadrement, et je leur exprime toute ma gratitude pour leur soutien indéfectible, leur écoute attentive et leur contribution précieuse à la réussite de ce travail.

## 1. Introduction

### Contexte :

#### Importance du Projet (Besoin et Problèmes):

Le projet répond à un besoin croissant de surveillance de la santé à domicile, notamment face au vieillissement de la population et à l'augmentation des maladies chroniques. Il vise à pallier le manque de suivi continu, les délais d'intervention en cas d'urgence, et les difficultés d'accès aux soins. Ce système permettrait un suivi personnalisé, un gain d'autonomie et potentiellement une réduction des coûts liés à la santé.

### Tendances Actuelles :

La surveillance de la santé connectée est en pleine expansion avec la prolifération des objets connectés, la miniaturisation des capteurs, l'intégration de l'IA pour l'analyse, et le développement de la télé-médecine. La tendance est à la personnalisation et à la prévention.

### Objectifs du Projet :

- **Principal** : Développer un système de surveillance de la santé en temps réel, capable de collecter, traiter et visualiser des données biométriques.
- **Secondaires** : Collecte de données (température corporelle, mouvements, température ambiante), traitement des données pour la détection d'anomalies, stockage sécurisé des données, visualisation via interface web, et génération d'alertes.
- **Public Cible** : Le système s'adresse aux personnes âgées, aux athlètes, aux personnes souffrant de maladies chroniques et aux professionnels de santé pour le suivi médical à domicile et un suivi plus fréquent.

### Contraintes :

- **Techniques** : Choix des capteurs (précision, coût), des microcontrôleurs (ESP32), des protocoles (MQTT, HTTP), et de la base de données (MySQL, Firebase).
- **Financières** : Budget pour l'achat des composants, l'hébergement et la maintenance.
- **Temporelles** : Délais de développement, planning des phases.
- **Réglementaires** : Respect du RGPD et des normes médicales si applicable.
- **Performance** : Fiabilité, latence, et sécurité.

## 2. Analyse des Besoins

### 2.1. Besoins Fonctionnels :

#### ➤ Collecte de Données :

- **Température Corporelle** : Mesurée par le capteur DS18B20, en degrés Celsius (°C).
- **Mouvements** : Données d'accélération et de gyroscope du capteur MPU6050 (m/s<sup>2</sup>, rad/s), permettant de détecter les chutes et l'activité physique.
- **Température Ambiante** : Mesurée par le capteur NTC, en degrés Celsius (°C).

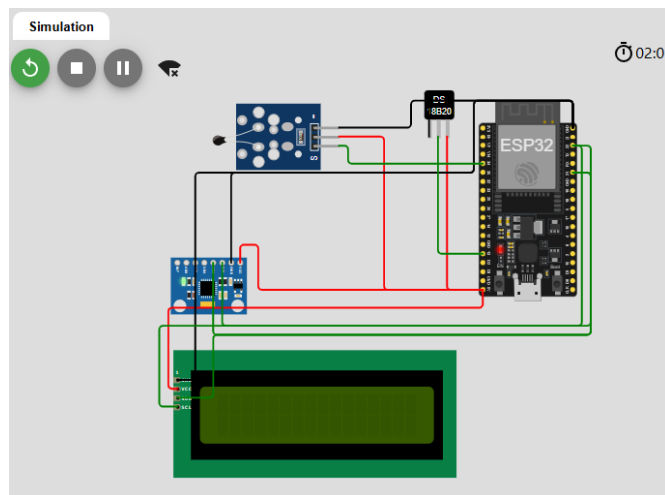


Photo représentatif de : système de de publish

#### ➤ Traitement des Données :

- **Détection de Chutes** : Analyse des données d'accélération du MPU6050 pour identifier les mouvements brusques caractéristiques d'une chute, en utilisant des seuils d'accélération.
- **Anomalies Thermiques** : Détection de températures corporelles dépassant des seuils pré-définis (hypothermie/hyperthermie).

#### ➤ Stockage des Données :

- **Base de Données** : MySQL, pour stocker les données de chaque capteur, l'heure de la mesure, et l'identifiant de l'utilisateur.
- **Durée de Stockage** : Les données seront conservées pendant une durée de X mois/années (à définir), pour permettre un suivi et une analyse à long terme.
- **Format** : Données structurées (JSON) pour faciliter le traitement et l'accès.

➤ **Affichage :**

- **Écran LCD 16x2 :** Affichage des données de température (ambiante ou corporelle), messages d'état du système et notifications locales.
- **Afficheur 7 Segments :** Affichage de la température corporelle en temps réel.
- **Interface Web :** Visualisation des données en temps réel (graphiques), données historiques, contrôle des actionneurs, et réglages.

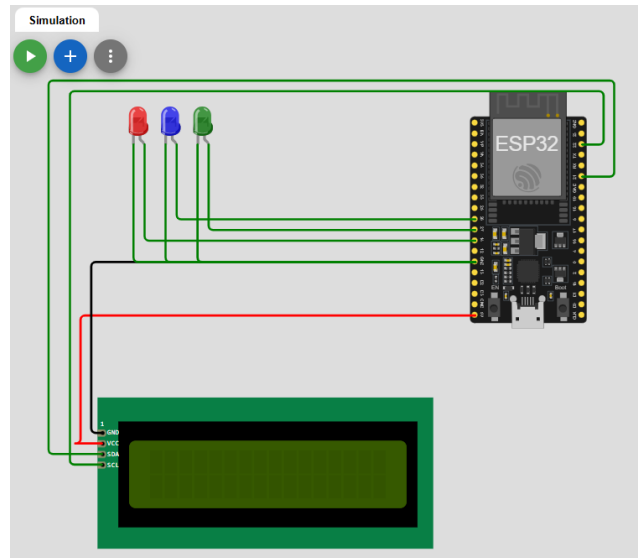


Photo représentatif de : système de de subscriber

➤ **Alertes :**

- **Types d'Alertes :** Chute détectée, température corporelle anormalement haute ou basse.
- **Seuils :** Seuils d'alerte configurables via l'interface web.
- **Modalités de Notification :** LED RGB (rouge en cas d'alerte), notification sur l'interface web, possibilité d'alertes par email/SMS (à développer).

➤ **Contrôle :**

- **Interface Utilisateur :** Ajustement des seuils d'alerte (température, seuils de mouvements), consultation des données historiques et en temps réel via des tableaux et des graphiques.
- **Joystick Analogique :** Navigation dans les menus de configuration locale, ajustement des paramètres et validation des actions sur les écrans LCD et 7 segments.

➤ **Sécurité :**

- **Confidentialité :** Les données de santé sont considérées comme des données sensibles et seront traitées avec la plus grande confidentialité.



Photo représentatif de : système de de survillienne en temps réel

### 3. Spécifications Techniques

#### Architecture du Système :

- Diagramme de l'architecture (nœuds ESP32, Raspberry Pi, serveur distant).
- Description du rôle de chaque composant.
- Protocole de communication (MQTT, HTTP).

#### ○ Description des Composants Matériels :

- ✓ **ESP32 (x2)** : Détails des modules utilisés, broches utilisées.
- ✓ **Capteur DS18B20** : Caractéristiques techniques, mode de connexion.
- ✓ **Capteur MPU6050** : Caractéristiques techniques, mode de connexion.
- ✓ **Capteur de température ambiante (NTC)** : Caractéristiques techniques, mode de connexion, calcul température.
- ✓ **Afficheur LCD 16x2 I2C** : Caractéristiques techniques, mode de connexion.
- ✓ **LED RGB** : Caractéristiques techniques, broches utilisées.
- ✓ **Afficheur 7 segments** : Caractéristiques techniques, driver utilisé (TM1637).
- ✓ **Analog Joystick** : Caractéristiques techniques, broches utilisées.
- ✓ **Raspberry Pi** : Modèle utilisé, rôles (broker MQTT, traitement).

- ✓ **Serveur Distant** : Spécifications du serveur, base de données (MySQL ou Firebase).
- ✓ **Description des Composants Logiciels** :
- ✓ **Firmware ESP32** : Langage (Arduino C++), librairies utilisées.
- ✓ **Code Raspberry Pi** : Langage (Python), librairies utilisées (MQTT, HTTP, BDD).
- ✓ **Code Serveur Distant** : Langage (Python/Node.js), framework utilisé, API REST.
- ✓ **Interface HTML** : Frameworks (HTML, CSS, JavaScript), librairies (Chart.js, Ajax).

#### 4. Conception du Système

##### ➤ **Modèle de Données :**

- Schéma de la base de données (tables, champs, relations).
- Format des données envoyées via MQTT et HTTP.

##### ➤ **Algorithmes Principaux :**

- Algorithme de lecture des capteurs.
- Algorithme de détection de chute.
- Algorithme de traitement des alertes.
- Algorithme de conversion de la température pour la sonde NTC.

##### ➤ **Protocole de Communication :**

- Fonctionnement de MQTT (topics, qualité de service).
- Description des requêtes HTTP (endpoints, méthodes, format des données).

##### ➤ **Interface Utilisateur :**

- Maquettes (wireframes) de l'interface web (tableau de bord, graphiques, contrôle des actionneurs).
- Description de la navigation dans l'interface web.
- Description des messages et affichage sur l'afficheur LCD et 7 segment.
- Description du rôle du joystick analogique.



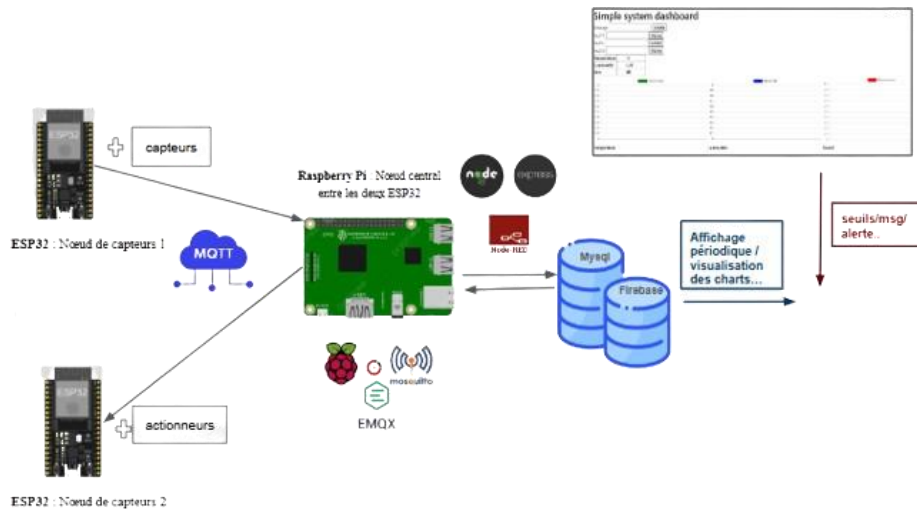
## 5. Implémentation

- **Plan de Développement :**
  - **Analyse des Besoins**

Le système de surveillance de la santé nécessite la collecte de données précises, incluant la température corporelle (capteur DS18B20), les mouvements (accéléromètre et gyroscope du MPU6050) et la température ambiante (capteur NTC). Le traitement de ces données impliquera la détection d'anomalies comme les chutes (analyse des données du MPU6050), et les températures corporelles anormales, basées sur des seuils configurables. Les données seront stockées dans une base de données (MySQL ou Firebase) pour un suivi à long terme, avec un format structuré (JSON) et une durée de rétention définie. L'affichage des informations se fera via un écran LCD (16x2) pour des informations locales, un afficheur 7 segments pour la température corporelle, et une interface web pour une visualisation complète des données (graphiques), la configuration du système et l'accès aux données historiques. Des alertes (LED RGB, notifications web) seront déclenchées en cas de dépassement des seuils, de chutes ou d'autres problèmes détectés. L'interface utilisateur devra permettre le réglage des seuils et la consultation des données via des menus de configuration, et à l'aide du joystick analogique. La sécurité des données sera une priorité, avec des protocoles sécurisés, un stockage chiffré et le respect du RGPD. Le système devra également répondre à des besoins non fonctionnels comme la réactivité, la fiabilité, la scalabilité, l'utilisabilité de l'interface web, la sécurité des informations et une maintenance facilitée.

### ➤ **Choix Technologiques :**

Justification du choix des technologies (langages, bibliothèques, frameworks).



Avantages et inconvénients des choix retenus.

➤ **Environnement de Développement :**

Outils de développement (IDE, éditeurs de code, outils de gestion de versions).

Plateformes de test.

## 6. Tests et Validation

- **Stratégie de Test :**

- Test unitaire (par composant).
- Test d'intégration (interaction entre les composants).
- Test du système complet.
- Cas de tests (exemples de données, scénarios d'utilisation).

### Résultats Attendu :

1. Critères d'acceptation (exigences à respecter).
2. Métriques de performance.

### Plan de Correction :

Méthodologie pour la résolution des bugs.

## 7. Conclusion

- **Bilan du Projet :**
  - Récapitulatif des principaux objectifs atteints.
  - Difficultés rencontrées et solutions apportées.
- **Perspectives d'Amélioration :**
  - Fonctionnalités supplémentaires envisageables.
  - Évolutions possibles du système.

## Annexe :

- **Glossaire** : Définition des termes techniques.
- **Bibliographie** : Liste des références utilisées (documentation, articles, livres).
- **Diagrammes de cas d'utilisation** : Pour visualiser le fonctionnement du système.
- **Conseils Supplémentaires**
- **Soyez précis** : Évitez les formulations vagues. Détaillez autant que possible les aspects techniques.
- **Utilisez des visuels** : Diagrammes, schémas, maquettes...
- **Soyez réaliste** : Ne surestimez pas vos capacités ou le temps disponible.
- **Adoptez une démarche structurée** : Suivez l'ordre logique des sections.
- **Travaillez en équipe** : Échangez avec vos collaborateurs pour améliorer la qualité du document.



## **ECOLE SUPÉRIEURE PRIVÉE D'INGÉNIERIE ET DE TECHNOLOGIES**

**www.esprit.tn - E-mail : contact@esprit.tn**

**Siège Social :** 18 rue de l'Usine - Charguia II - 2035 - Tél. : +216 71 941 541 - Fax. : +216 71 941 889

**Annexe :** Z.I. Choitrana II - B.P. 160 - 2083 - Pôle Technologique - El Ghazala - Tél. : +216 70 685 665 - Fax. : +216 70 685 454